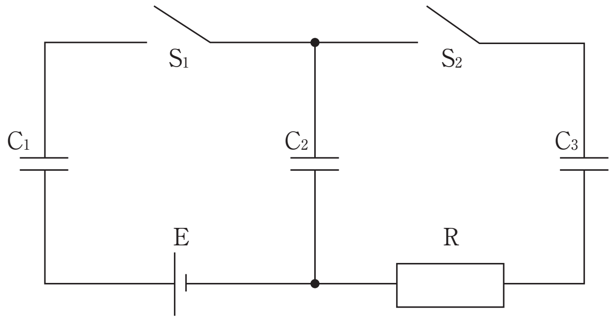
第17講　回路2

1

電気容量がそれぞれ6.0μF，2.0μF，4.0μFのコンデンサーC_1，C_2，C_3，起電力120Vの電池E，ある抵抗値を持つ抵抗R，およびスイッチS_1，S_2を図のように接続した。最初S_1，S_2は開いておりC_1，C_2，C_3には電荷は蓄えられていなかったとする。以下の問いに答えよ。



問1　まずスイッチS_1を閉じる。十分時間がたったとき，次の値を求めよ。

(1)　C_1に蓄えられている電荷Q_1［C］
(2)　C_2の極板間の電位差V_2［V］
(3)　C_2に蓄えられている静電エネルギーU_2［J］

問2　次にスイッチS_1を開いてからスイッチS_2を閉じる。十分時間がたったとき，次の値を求めよ。

(1)　C_2の極板間の電位差V_2'［V］
(2)　C_2に蓄えられている電荷Q_2'［C］
(3)　C_2に蓄えられている静電エネルギーU_2'［J］
(4)　C_3に蓄えられている電荷Q_3'［C］
(5)　C_3に蓄えられている静電エネルギーU_3'［J］

問3　問1の状態の静電エネルギーの総和と問2の状態の静電エネルギーの総和には差がある。このエネルギー差ΔU［J］を求めよ。また，ΔU［J］はどうなったと考えられるかを説明せよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

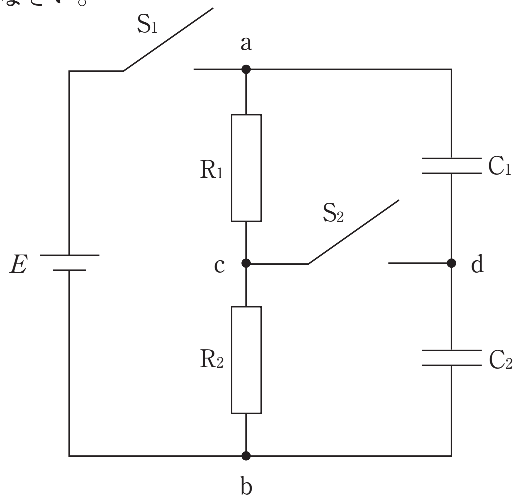
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

図のように電気容量がそれぞれ C，$2C$ のコンデンサー C_1，C_2，抵抗値がそれぞれ R，$2R$ の抵抗 R_1，R_2，内部抵抗が無視できる起電力 E の電池，スイッチ S_1，S_2 を接続した。最初，スイッチ S_1，S_2 は開いており，コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。まず，スイッチ S_2 を開いたままスイッチ S_1 を閉じる。十分に時間が経過したとき，コンデンサーを流れる電流は0になった。その後スイッチ S_2 を閉じ，十分に時間が経過したとき，回路を流れる電流は一定になった。電位は図中の点bを基準とし，C，R，E のうち必要な記号を用いて以下の問いに答えなさい。



図

問1　スイッチ S_2 を閉じる直前の，点dの電位 V_{d} を求めなさい。

問2　スイッチ S_2 を閉じる直前の，抵抗 R_1 を流れる電流の大きさ I を求めなさい。

問3　スイッチ S_2 を閉じて十分に時間が経過したときの，点dの電位 V_{d}' を求めなさい。

問4　スイッチ S_2 を閉じてから，十分に時間が経過するまでにスイッチ S_2 を通って点cから点dに向かって流れた電気量 Q を求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

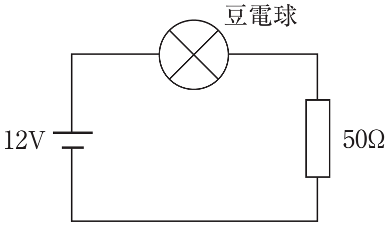
< Note >

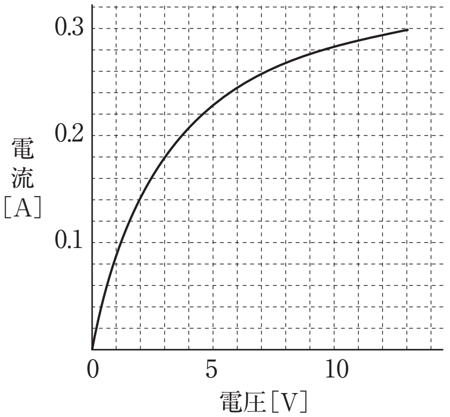
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

図はある電球の電圧－電流特性を表したものである。この電球と電気抵抗 50 Ωの抵抗器および起電力 12［V］の電源を直列につないだとき，豆電球の両端の電圧は何 V になるか。





a.　1.0V　　b.　3.0V　　c.　5.0V　　d.　7.0V
e.　9.0V　　f.　11V

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

下の問いの解答として最も適当なものを解答群から一つ選びなさい。

電気容量が C［F］のコンデンサー C_1，電気容量が $2C$［F］のコンデンサー C_2，抵抗値 R［Ω］の抵抗 R_1，電圧 E［V］の電池，スイッチSで図1のような回路を組んだ。スイッチを閉じる前，二つのコンデンサーに蓄えられている電気量はゼロとする。次の各問いについて，それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び，記号で答えなさい。

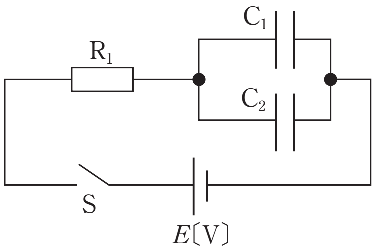


図1

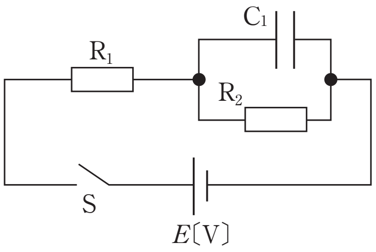


図2

(1)　スイッチを閉じた直後に抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。

(2)　スイッチを閉じるとコンデンサーに充電が始まる。充電途中でコンデンサー C_1 に電気量 q［C］が蓄えられている時，抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。

(3)　スイッチを閉じてから充分な時間が経った時に，二つのコンデンサー C_1 と C_2 に蓄えられた静電エネルギーの合計を求めなさい。ただし，$C=5.0\times10^{-9}$F，$E=4.0$V とする。

次に，コンデンサーを放電させて最初の状態に戻し，C_2 の代わりに，図2のように，抵抗値 $2R$［Ω］の抵抗 R_2 をつないだ。

(4)　スイッチを閉じた直後，および充分な時間が経った時に抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを，（閉じた直後の電流，充分な時間が経った時の電流）という形で求めなさい。

(5)　図2の回路で充分に時間が経った時に，コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量を求めなさい。

〔解答群〕

(1)　ア．ER　イ．$\dfrac{E}{R^2}$　ウ．CE　エ．$\dfrac{E}{R}$　オ．$\dfrac{R}{E}$

(2)　ア．$\dfrac{E}{R}$　イ．$\dfrac{q}{CR}$　ウ．$E-\dfrac{q}{C}$　エ．$\dfrac{q}{R}$　オ．$\left(E-\dfrac{q}{C}\right)\dfrac{1}{R}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　ア．1.2×10^{-7}J　イ．3.0×10^{-7}J　ウ．6.0×10^{-8}J
エ．4.0×10^{-8}J　オ．1.2×10^{-9}J

(4)　ア．$\left(\dfrac{E}{R},\ \dfrac{E}{3R}\right)$　イ．$\left(\dfrac{E}{2R},\ 0\right)$　ウ．$\left(\dfrac{E}{2R},\ \dfrac{E}{2R}\right)$
エ．$\left(0,\ \dfrac{E}{2R}\right)$　オ．$\left(0,\ \dfrac{E}{3R}\right)$

(5)　ア．CE　イ．$\dfrac{1}{3}CE$　ウ．$\dfrac{2}{3}CE$　エ．$3CE$　オ．$2CE$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　回路２

1

問１　(1)　$Q_1 = 1.8 \times 10^{-4}$ [C]

(2)　$V_2 = 90$ [V]

(3)　$U_2 = 8.1 \times 10^{-3}$ [J]

問２　(1)　$V_2{}' = 30$ [V]

(2)　$Q_2{}' = 6.0 \times 10^{-5}$ [C]

(3)　$U_2{}' = 9.0 \times 10^{-4}$ [J]

(4)　$Q_3{}' = 1.2 \times 10^{-4}$ [C]

(5)　$U_3{}' = 1.8 \times 10^{-3}$ [J]

問３　$\varDelta U = 5.4 \times 10^{-3}$ [J]

説明…$\varDelta U$ はＲのような回路の抵抗で発生するジュール熱として消費される。

2

問１　$V_d = \dfrac{1}{3}E$

問２　$I = \dfrac{E}{3R}$

問３　$V_d{}' = \dfrac{2}{3}E$

問４　$Q = CE$

3

b

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 17 講　確認テスト

【解答】

(1)　エ　(2)　オ　(3)　ア　(4)　ア　(5)　ウ

【解説】

(1)　$I_1 = \dfrac{E}{R_1} = \underline{\dfrac{E}{R}}$

(2)　C_1 と C_2 にかかる電圧は $\dfrac{q}{C}$ だから，キルヒホッフの第 2 法則より，

$$E = I_2 R + \frac{q}{C} \qquad \therefore\ I_2 = \underline{\left(E - \frac{q}{C}\right)\frac{1}{R}}$$

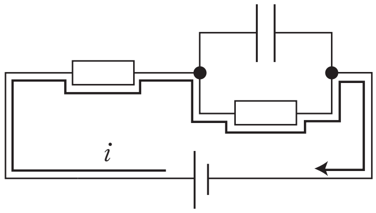
(3)　$U = \dfrac{1}{2}C_1E^2 + \dfrac{1}{2}C_2E^2 = \dfrac{1}{2}(C_1 + C_2)E^2$

$$= \frac{1}{2}(5.0 + 10.0) \times 10^{-9} \times 4.0^2 = \underline{1.2 \times 10^{-7}\ [\mathrm{J}]}$$

(4)　直後：$\dfrac{E}{R_1} = \dfrac{E}{R}$　　充分：$\dfrac{E}{R_1+R_2} = \dfrac{E}{3R}$　　$\therefore\ \underline{\left(\dfrac{E}{R},\ \dfrac{E}{3R}\right)}$

(5)　充分に時間が経つと，図のように電流 i が流れる。

$$i = \frac{E}{3R}$$



となり，C_1 には

$$R_2 \times i = 2R \times \frac{E}{3R} = \frac{2}{3}E$$

の電圧がかかることになるので，蓄えられた電気量は

$$Q = C \times \frac{2}{3}E = \frac{2}{3}CE$$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。